

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 60155645
PUBLICATION DATE : 15-08-85

APPLICATION DATE : 31-08-83
APPLICATION NUMBER : 58159330

APPLICANT : SUMITOMO METAL IND LTD;

INVENTOR : MURAYAMA JUNICHIRO;

INT.CL. : C22C 38/08 C22C 38/14 // F16D 65/12

TITLE : STEEL FOR DISK BRAKE ROTOR

ABSTRACT : PURPOSE: To manufacture a disk brake rotor having superior wear resistance, heat check resistance and braking characteristics by using a forged steel contg. Si and Ni or further contg. an element for improving the oxidation resistance.

CONSTITUTION: A disk brake rotor for a car, a railway vehicle or the like is made of a forged steel contg. 0.1~0.6% C, 0.8~5.0% Si, <3.0% Mn, 0.2~5.0% Ni, <0.05% P and <0.05% S or further contg. one or more among 0.5~5.0% Al, 0.1~3.0% Cu, 0.2~3.0% Ti and 0.1~5.0% Mo in place of conventional cast iron. The resulting disk brake rotor has superior braking performance, very high heat check resistance and superior wear resistance.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁 (J P) ⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A) 昭60-155645

⑬ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和60年(1985) 8月15日

C 22 C 38/08 7147-4K 7217-4K

38/14

// F 16 D 65/12 7609-3J 審査請求 未請求 発明の数 2 (全 7 頁)

⑮ 発明の名称 ディスクブレーキロータ用鋼

⑯ 特 願 昭58-159330

⑰ 出 願 昭58(1983) 8月31日

⑱ 発 明 者 谷 隆 之 大阪区此花区島屋 5 丁目 1 番 109 号 住友金属工業株式会
社製鋼所内

⑲ 発 明 者 大 谷 泰 夫 尼崎市西長洲本通 1 丁目 3 番地 住友金属工業株式会社
中央技術研究所内

⑳ 発 明 者 村 山 順 一 郎 尼崎市西長洲本通 1 丁目 3 番地 住友金属工業株式会社
中央技術研究所内

㉑ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜 5 丁目 15 番地

㉒ 代 理 人 弁理士 生 形 元 重

明 細 書

1 発 明 の 名 称

 ディスクブレーキロータ用鋼

2 特 許 請 求 の 範 囲

(1) C 0.1~0.6wt%, Si 0.8~5.0wt%, Mn 3.0wt% 以下、Ni 0.2~5.0wt%, P 0.05wt% 以下、S 0.05wt% 以下を含み、残部はFeおよび不可避免的の不純物からなることを特徴とするディスクブレーキロータ用鋼。

(2) C 0.1~0.6wt%, Si 0.8~5.0wt%, Mn 3.0wt% 以下、Ni 0.2~5.0wt%, P 0.05wt% 以下、S 0.05wt% 以下を含み、As 0.5~5.0wt%, Cu 0.1~3.0wt%, Ti 0.2~3.0wt%, Mo 0.1~5.0wt% の 1 種または 2 種以上を含有し、残部はFeおよび不可避免的の不純物からなることを特徴とするディスクブレーキロータ用鋼。

3 発 明 の 詳 細 な 説 明

 この発明は、自動車、鉄道車両等のディスクブレーキロータ（以下、単にロータと云えばこれを指す）用として好適な材料に関する。

 周知の如くディスクブレーキとは、車軸に固定したロータをその両面側からパッドで挟んで制動する形式であり、そのロータには、耐摩耗性、耐熱亀裂性、そしてすぐれたブレーキ性能が要求される。ここに、耐熱亀裂性は、ブレーキの繰返しによる発熱に起因する熱亀裂を防ぐために必要とされる。ブレーキ性能とは、ブレーキの繰返しによつて制動面の摩擦係数に低下を来たしブレーキの効きが悪化する、いわゆるフェード現象を呈する度合い、つまりフェード性、更には制動面を挟圧するパッドに摩耗を与える度合い（ここでは、返りに対パッド性能と呼ぶこととする）を意味し、この性能が実使用上重要なことは説明する迄もない。

 このロータ用材料として、従来最も通例的なものと云えば、FC25-28のような鋳鉄であるが、これはロータとして要求される上記性能のうち耐熱亀裂性が著しく劣り、この材料を用いたものは短期間の使用で制動面に著しい亀裂を生じ、ロータ寿命は摩耗による以前に亀裂の点から決定さ

特開昭60-155645 (2)

れてしまい、短期間の使用で交換を余儀なくされる憾みがあった。

この問題を解決すべく、本発明者らは先に、ロータを鍛鋼 (S45C) 製とする技術を提案した。鍛鋼製のロータは、上記鑄鉄製にくらべ耐熱亀裂性が格段に良好であり、この点では確かに有利なものである。ところがこの鍛鋼製のものは、ブレーキ性能、つまりフエード性、対パッド性能の点で劣り、その点不十分なものであつた。

すなわち、現在のところ、耐熱亀裂性とブレーキ性能の両立を図り得るロータ材は見当らず、したがってその開発が望まれていた。

かかる要請に応えるため、本発明者らは、とくに鍛鋼製ロータのすぐれた耐熱亀裂性に着目し、この性能を生かししかもそのブレーキ性能を高める有効策について、種々実験、研究を行なつた結果、鍛鋼材料に Si および Ni を複合添加し、或いは更に Al, Cu, Ti, Mo の耐酸化性向上元素を適量添加することにより、本来の耐熱亀裂性を損うことなくそのブレーキ性能を鑄鉄と同等のレベル以

上に改善し得ることを見出した。

すなわち本発明は、C 0.1~0.6wt%, Si 0.8~5.0wt%, Mn 3.0wt%以下、Ni 0.2~5.0wt%, P 0.05wt%以下、S 0.05wt%以下を含み、更に必要に応じて Al 0.5~5.0wt%, Cu 0.1~3.0wt%, Ti 0.2~3.0wt%, Mo 0.1~5.0wt%の1種または2種以上を含有し、残部はFeおよび不可避免的不純物からなることを特徴とするディスクブレーキロータ用鋼を要旨とする。

一般にロータは、使用時パッドとの接触摩擦により発熱し、その表面に酸化スケールを生じるものであるが、ブレーキ性能はこの表面スケールの形態、特性に依存することになる。

一般鍛鋼製のロータでは、この表面スケールは第1図(A)の模式断面説明図に示す(i)、(ii)、(iii)の成長過程を経る。すなわち、初期の段階でまず、FeOが生成し(i)図、次いでこれがその表面側からFe₃O₄、更にはFe₂O₃に変化してゆくことととも(ii)図)、このスケール中へ鋼素地側からFe分が次々と供給されFeOの生成も進行してゆくこととなり、やが

て表面がFe₂O₃となつてその内側にFeOが主体でFe₃O₄が混在した厚みの大きな層が存在する形となる(iii)図)。要するに一般鍛鋼製ロータの場合には、表面スケールはFeOが主体で、厚みが大きく、剝離し易く、高温流動性の大きい、そのような特性をもつものを生成し、このために良好なブレーキ性能(フエード性、対パッド性能)を発揮し得ないものである。

しかるに、本発明に基いてSiおよびNi或いは更にAl, Cu, Ti, Moの耐酸化性向上元素を添加した鋼からなるロータでは、Fe₂O₃、Fe₃O₄のFe酸化度の高い酸化物を主体とした薄い表面スケールが生じ、これがブレーキ性能を良好に維持する形になる。すなわち、同ロータの場合には、第1図(B)に示す如く、まず当初僅かなFeOが生成すると(i)図)、その段階でFeO層の内側にSiO₂とNiリッチの層が、或いは更にAl₂O₃皮膜、Cu富化層、TiO₂皮膜、MoO₃皮膜が生成する(ii)図)。この生成した皮膜は、その後の鋼板素地からのスケール中へのFe供給を遮断する役目を果し、その結果新た

たなFe酸化が阻止され既にあるFeOの酸化のみ進行する形となり、最終的に表面スケールはFe₂O₃、Fe₃O₄主体のものとなつて安定するものである。しかもこのロータは、鍛鋼製本来のすぐれた耐熱亀裂性をも併せ持つものである。

次に、本発明における鋼成分限定の理由について説明する。

C: 強度確保上必要な元素であり、その意味において0.1wt%未満では不十分である。また0.6wt%をこえると、加工性に悪影響が出る。

Si: 耐高温酸化性を維持する最も重要な元素である。先に述べたとおりロータの使用条件下で、酸化皮膜となつて鋼素地表面を覆い酸化を防ぐ機能を発揮するものであり、とくに後述のNiとの複合作用により著しい効果を示すものである。このような効果を得るには少なくとも0.8wt%必要である。ただしこれが5.0wt%をこえると、効果が飽和するばかりでなく、機械的性質、破壊靱性値が悪化し、ロータ材としての使用が困難となる。

Mn: 脱酸に必要な元素であるが、3.0wt%以下に止

特開昭60-155645(3)

めおかないと、対パッド性能(パッド摩耗量)に悪影響が出る。

Ni: Siとの複合使用下で耐高温酸化性に対し著効を示す元素である。基本的には、ロータの使用条件下でNi富化層を形成して鋼索地表面を覆い酸化促進を防止する機能を発揮するものであり、このような効果を得るにはNi 0.2wt%以上必要である。ただしこれが5wt%をこえると効果は飽和し、むしろ経済的不利を招来する。

P, S: 不可避的不純物元素であり、何れも0.05wt%以下に抑えないと、熱間加工性を害する。

Al, Cu, Ti, Mo: 何れも耐酸化性向上元素であり、1種以上を必要に応じ選択使用するものである。Alは Al_2O_3 皮膜を形成して、CuはCu富化層の形で、またTi, Moはそれぞれ TiO_2 , MoO_3 の皮膜となつて、それぞれ鋼索地を覆い酸化促進の防止に効果を発揮する。ただしこれらはそれだけの添加では酸化抑制上十分でなく、前記Si, Niとの複合使用が前提となる。かかる効果はAlは0.5wt%以上、Cuは0.1wt%以上、Tiは0.2wt%以上、そしてMoは

0.1wt%以上でそれぞれ顕著であり、更にまたこの範囲において、Alは韌性向上に寄与し、Cuは成形性改善をもたらす、そしてTiは表面肌、韌性の改善に効果を示す。しかしながら、Alが5.0wt%をこえると却つて生成表面スケールの剝離がおこり易くなり、Cu 3.0wt%ごえでは逆に成形性の悪化を来し、そしてTiも3.0wt%以下に止めないとむしろ表面肌、韌性に悪影響を及ぼすことになり、更にMoは5.0wt%ごえでは酸化に対する効果が飽和し経済的不利のみ招来する。

次に、本発明の効果を実施例を掲げて説明する。

第2図は大型自動車用鍛鋼製ロータを示したものの(A)は正面図(右半部省略)、(B)は縦断側面図で、(1)は車軸側のハブに取付けるフランジ部をもつ取付部、(2)はパッドによる挟圧を受ける円盤状の摺動部で、前記取付部先端(1)に溶接付けされている。

このような鍛鋼ロータ(寸法: 同図図示)を、摺動部(2)の材料として第1表の(2)~(4)鋼(2)は従来例、(3)~(4)は本発明例を用い下記の方法で製造し

た。

<製造方法>

①取付部: SS41或いはSM41Bの鋼板(厚さ22mm)から380mm径の円板をガス切断にて切出し→冷間絞り(コンカル成形)でおわん形に加工→おわん形の頂部をガス切断にて開口→950℃に加熱→バーリング加工でフランジ部並びに全体形状を形成→摺動部取付端を開先加工。

②摺動部: 第1表(2)~(4)の各鋼を溶解→鍛造(圧延)→熱処理(調質Q・T、焼入れ: 820~900℃WQ, or OQ、焼戻し: 550~700℃ACor急冷)→ガス切断にて孔あき円盤切出し。

③上記①、②で得た取付部と摺動部を溶接→応力除去焼鈍(S・R処理)→仕上加工。

得られた各鍛鋼ロータ並びに別途作製した铸铁ロータ(第1表(1)の成分)について、下記3つの試験を実施した。

<耐熱亀裂性試験>

ブレーキダイナモ試験機(パッド: 第2表に示す材質のセミメタリックパッド)の回転軸にロー

タをセットし、回転数530rpm、慣性モーメント(1)100kg-m·sec²で回転させておき、この摺動部をパッドで挟圧して減速度0.2g(g: 重力加速度)で制動するブレーキ操作を1000回(铸铁ロータ(2)は350回)繰返し行い(制動開始温度はつねに150℃)、この試験でロータ摺動面に生じた亀裂の最大長さを調査する。

<フェード・リカバリー性試験>

同上試験機を用い、下記のブレーキ操作を4回、すなわち第4フェード・リカバリー試験まで行う。

(ブレーキ操作)

回転数 319rpm、I=85kg-m·sec²で回転するロータを減速度0.3gで制動する操作を3回繰返す(制動開始温度は1回目常温、2、3回目は950℃)→引き続き回転数425rpm、

I=85kg-m·sec²で回転するロータを減速度0.3gで制動する操作を60秒間隔で20回繰返す(フェードゾーン)→3分間放置→回転数319rpm、I=85kg-m·sec²で回転するロータを減速度0.3gで制動する操作を3分間隔で20回繰返

特開昭60-155645 (4)

す(リカバリーゾーン)。

このフェード・リカバリー試験において、第4
フェードゾーンの第1回目の制動に要した油圧(P)
と当該フェードゾーン全体を通じて最も大きな制
動力を要した制動における設定油圧(Pmax)を検
出し、下式、

$$\text{フェード率} = \frac{P_{\max} - P_1}{P_1} \times 100(\%)$$

にてフェード率を算定する。

<対パッド性能試験>

上記第4フェードまでのブレーキ試験によるパ
ッド摩耗量を調査する。

試験結果を、第1表の後段に示した。

第 1 表

		成分 (wt%)										熱亀裂 (mm)	フェード率 (%)	パッド 摩耗 (mm)
		C	Si	Cr	Mo	Ni	Al	Cu	Ti	Mn	P, S			
従 来 例	1	350	194	006	002	002	—	006	—	072	≤005	(N-350) 51	26	07
	2	045	023	012	001	006	—	021	—	072	—	32	108	13
本 発 明 例	3	031	09	—	—	44	—	—	—	181	—	32	37	09
	4	035	16	—	—	32	—	—	—	165	—	31	33	085
	5	041	28	—	—	24	—	—	—	128	—	32	28	08
	6	034	37	—	—	10	—	—	—	093	—	29	27	08
	7	052	48	—	—	07	—	—	—	081	—	28	25	07
	8	044	17	—	—	08	44	—	—	074	—	30	28	07
	9	043	20	—	—	08	—	25	—	062	—	27	28	075
	10	042	35	—	—	12	—	—	28	054	—	29	27	08
	11	045	43	—	05	11	—	—	—	084	—	28	24	07
	12	041	19	—	—	09	09	06	—	172	—	29	28	075
	13	056	17	—	—	08	14	—	13	233	—	30	27	07
	14	024	17	—	13	10	28	—	—	271	—	27	37	08
	15	042	20	—	—	12	—	07	10	075	—	27	26	08
	16	043	21	—	31	14	—	09	—	290	—	29	27	08
	17	040	19	—	47	15	—	—	08	082	—	31	28	07
	18	047	12	—	—	12	10	08	09	084	—	30	29	08
	19	012	13	—	07	14	—	07	08	081	—	29	30	095
	20	031	12	—	07	13	12	—	10	083	—	32	28	07
	21	043	14	—	08	12	12	09	—	080	—	30	27	08

第 2 表

基 材	a) 石 綿 b) 金 属 粉 末	クリソタイル石綿 ($3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) Fe, Cu, Al, Zn 他	(wt%) — 30~60
結 合 材	c) 結 合 剤	フェノール樹脂	8~12
充 填 材	d) 有 機 質 e) 無 機 質	ゴム、カシユポリマー パラिता、炭カル	10~20 20~30
摩 擦 安 定 剤	f) 固形潤滑材 g) μ 安定 剤	黒鉛、Mo	2~15 10~15

第1表において、鑄鉄ロータ(I)はフェード率、パッド摩耗量の点ではすぐれるものの、耐熱亀裂性が極端に劣っている。また鍛鋼ロータでも、Si、Niの含有量が何れもきわめて低い従来例(2)は、上記鑄鉄ロータとは逆に、耐熱亀裂性はすこぶる良好であるが、フェード率、パッド摩耗量で示されるブレーキ性能が著しく劣っている。

これら従来例に対し、SiとNiを複合添加し、或いは更にAl、Cu、Ti、Moの1種以上を添加した本発明例(3)~(4)は何れも、鍛鋼ロータとして、鑄鉄製に匹敵乃至はこれをしのぐブレーキ性能を有し、

面スケールの成長過程を示す模式説明図で、(A)は一般鍛鋼製ロータ、(B)は本発明鋼からなるロータ、の各場合を示している。第2図は実施例における供試ロータの形状、寸法を示す正面図、縦断側面図、である。

図中 1: 取付部、2: 摺動部

出 願 人 住友金属工業株式会社

代理人弁理士 生 形 元 重



特開昭60-155645 (5)

しかも耐熱亀裂性の点でも鍛鋼本来のきわめて良好な性能を示している。

第3図は本発明の効果を更に明確にする意味で掲げたもので、これは前記フェード性試験における制動油圧の推移(第3フェード試験)を表わしており、図中 P_1 : 従来例(2)(鍛鋼)、 P_2 : 本発明例(3)、の各場合を示す。

同図から、従来鍛鋼ロータはフェードの傾向が著しくつよく、一旦フェード現象を呈するとその完全な回復は不可能で爾後にその傾向を残すことになるが、本発明鋼の鍛鋼ロータでは鑄鋼のものと同様、フェードそのものを殆んど示さないことが理解されよう。

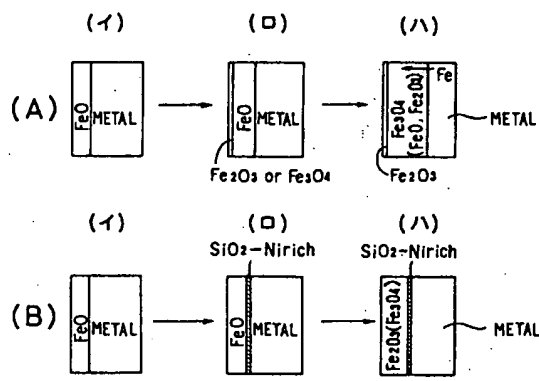
以上に説明のとおり本発明鋼は、ディスクブレーキのロータとしてすぐれたブレーキ性能に、きわめて良好な耐熱亀裂性を兼ね備えるものであり、ロータの耐久性を飛躍的に向上せしめ得るものである。

4 図面の簡単な説明

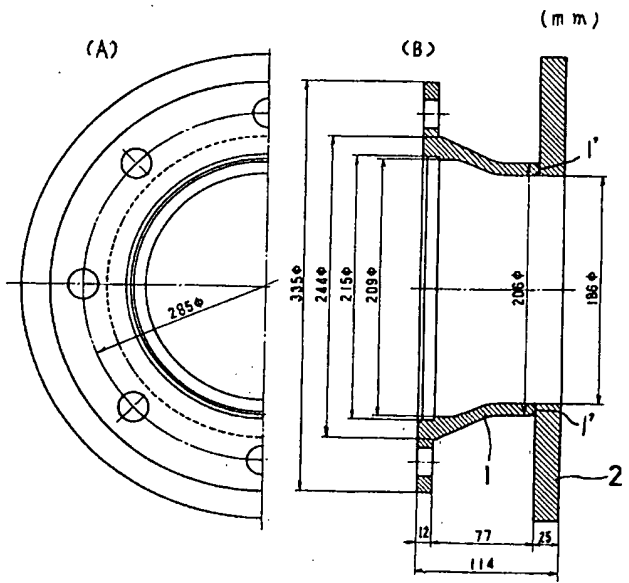
第1図はディスクブレーキのロータにおける表

特開昭 60-155645 (6)

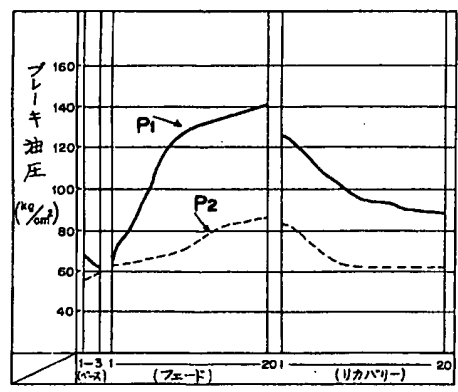
第 1 図



第 2 図



第 3 図



制動回教 (回)

手 続 補 正 書 (方式)

昭和 60 年 2 月 27 日

特許庁長官 志 賀 学 殿

1. 事件の表示
昭和 58 年 特許願第 159330 号
2. 発明の名称
ディスクブレーキロータ用鋼
3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 大阪市東区北浜 5 丁目 15 番地
名 称 (211) 住友金属工業株式会社
代表者 熊 谷 典 文
4. 代 理 人
住 所 大阪市東区瓦町 5 丁目 44 番地 (大華ビル)
氏 名 (5937) 弁理士 生 形 元 重

5. 補正命令の日付
昭和 60 年 1 月 9 日
(書類発送日 昭和 60 年 1 月 29 日)



特開昭 60-155645 (7)

6. 補正の対象

明細書の「図面の簡単な説明」の欄

7. 補正の内容

(1) 明細書の 14 頁末行「第 1 図は…」から 15 頁 7 行「2 : 摺動部」とあるまでを下記に補正します。

「第 1 図はディスクブレーキのロータにおける表面スケールの成長過程を示す模式説明図で、(A)は一般鍛鋼製ロータ、(B)は本発明鋼からなるロータ、の各場合を示している。第 2 図は実施例における供試ロータの形状、寸法を示す正面図、縦断側面図、第 3 図は本発明鋼からなるロータと従来のロータについてフェード・リカバリー試験を行ったその結果の 1 つを示す線図、である。

図中、1 : 取付部、2 : 摺動部」

以 上